

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství**

**Čtení a vizualizace dat z ultrazvukového senzoru pro měření  
hladiny a koncentrace kapalin v prostředí LabVIEW**

**Reading and visualization of data from ultrasonic liquid level and  
concentration of liquids sensor in LabVIEW**

**2015**

**Marian Tóth**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Ing. Marian Tóth**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 2612R041 Řídicí a informační systémy  
Téma: Čtení a vizualizace dat z ultrazvukového senzoru pro měření hladiny  
a koncentrace kapalin v prostředí LabVIEW  
Reading and Visualization of Data from Ultrasonic Liquid Level  
and Concentration of Liquids Sensor in LabVIEW

### Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu nástrojů pro čtení a vizualizaci dat ze senzoru.
2. Návrh a realizace sběru dat ze senzoru pomocí LabVIEW.
3. Vizualizace a ukládání naměřených dat pomocí LabVIEW.
4. Verifikace a testování navrženého řešení.
5. Zhodnocení dosažených výsledků.

### Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] KREIDL, Marcel. *Technická diagnostika*. 1. vyd. Praha: BEN / technická literatura, 2006, 406 s. Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu. ISBN 80-730-0158-6.
- [2] MARTINEK, Radislav. *Senzory v průmyslové praxi*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-730-0114-4.
- [3] VLACH, Jaroslav a Josef HAVLÍČEK. *Začínáme s LabVIEW*. 1. vyd. Ilustrace Viktorie Vlachová. Praha: BEN - technická literatura, 2008, 247 s. ISBN 978-80-7300-245-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Židek, CSc.**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015

doc. Ing. Jiří Koziolek, Ph.D.  
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 30. dubna 2015

  
.....  
podpis studenta

## **Prohlášení zástupce spolupracující právnické osoby**

Continental Automotive Czech Republic s.r.o.  
Na Rovince 879  
72000 Ostrava - Hrabová  
Czech Republic

„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské/diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9  
Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-  
TU Ostrava.“

Z tohoto souhlasu jsou vyjmuty veškeré části bakalářské práce, které obsahují popis produktů,  
technického řešení, software, hardware a dále pak veškerého know-how a informací, které  
mohou být takto klasifikovány společností Continental Automotive Czech Republic s.r.o.,  
které nejsou veřejně dostupnými informacemi.

S těmi částmi práce, musí být nakládáno jako s neveřejnou částí práce.

 08  
Continental Automotive Czech Republic s.r.o.  
Kopanská 1713 • 744 01 Frenštát p.R.  
IČ: 62024922 DIČ: CZ62024922

V Ostravě 30.4.2015

  
Continental Automotive Czech Republic s.r.o.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval doc. Ing. Janu Žídkovi, CSc. a Ing. Radimovi Hercíkovi, PhD. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem aplikace v prostředí LabVIEW pro čtení a vizualizaci dat s ultrazvukového snímače hladiny a koncentrace.

Při návrhu se vycházelo z již existující aplikace, vyvinuté během vývoje ultrazvukového senzoru, která ale nebyla v LabVIEW vytvořena. V práci je popsán princip ultrazvukového snímače, a také protokol SENT, pomocí kterého ultrazvukový snímač komunikuje. Dále jsou v práci představeny požadavky na aplikaci, formát zpráv, které snímač vysílá a formát dat, která bude aplikace ukládat. Dále jsou v práci popsány návrhové vzory, které byly při vývoji aplikace použity. V práci jsou uvedeny některé části programového kódu v prostředí LabVIEW a snímky obrazovek uživatelského rozhraní aplikace.

## **Klíčová slova**

LabVIEW; návrhové vzory; ultrazvukový snímač hladiny; měření koncentrace; vizualizace dat; SENT; močovina; AbBlue; XML

## **Abstract**

This thesis deals with design of application for reading and visualization of data from ultrasonic liquid level and liquids concentration sensor.

Design of the application is based on existing application, which was developed during design process of ultrasonic sensor and which hasn't been created in LabVIEW. Principle of ultrasonic sensor and SENT protocol used for sensor communication are described in this paper. Furthermore, the paper describes application requirements, format of messages, which are transmitted by sensor and format of data, which will be saved by application. The paper also describes design patterns of which were used for development of the application. The paper contains some parts of program code in LabVIEW environment and screenshots of application's user interface.

## **Key words**

LabVIEW; design patterns; ultrasonic liquid level sensor; measuring of liquid concentration; data visualization; SENT; urea; AdBlue; XML

## Seznam použitých zkratek

Zkratka	Význam
<b>SENT</b>	Single Edge Nibble Transmission
<b>LIN</b>	Local Interconnect Network
<b>CAN</b>	Controller Area Network
<b>ECU</b>	Electronic Control Unit
<b>CRC</b>	Cyclic Redundancy Check
<b>GUI</b>	Graphic User Interface
<b>DEF</b>	Diesel Exhaust Fluid
<b>CSV</b>	Comma-separated values
<b>XML</b>	Extensible Markup Language



## Seznam použitých termínů

Termín	Význam termínu
Nibble	4 bity resp. $\frac{1}{2}$ byte.

# Obsah

Úvod.....	- 3 -
1 Analýza současného stavu nástrojů pro čtení a vizualizaci dat ze senzoru .....	- 4 -
1.1 Protokol SENT .....	- 4 -
1.1.1 Vrstvy protokolu.....	- 4 -
1.2 Hardware .....	- 7 -
1.3 Software .....	- 8 -
1.4 Senzor hladiny a koncentrace.....	- 9 -
2 Návrh a realizace sběru dat ze senzoru pomocí LabVIEW .....	- 11 -
2.1 Formát dat ze snímače.....	- 11 -
2.1.1 Fast Channel Message .....	- 11 -
2.1.2 Slow Channel Message.....	- 13 -
2.2 Vizualizace dat .....	- 14 -
2.3 Export dat.....	- 14 -
2.3.1 XML .....	- 14 -
2.3.2 CSV a TXT.....	- 17 -
2.4 Návrhové vzory .....	- 18 -
2.4.1 Master/Slave .....	- 18 -
2.4.2 Producent/Consument.....	- 19 -
2.4.3 State Machine .....	- 20 -
2.5 Navržené řešení.....	- 20 -
2.5.1 Parser – Buffer.....	- 22 -
2.5.2 Dekodér Fast Message.....	- 22 -
2.5.3 Dekodér Slow Message .....	- 23 -
3 Vizualizace a ukládání naměřených dat pomocí LabVIEW.....	- 24 -
3.1 GUI.....	- 24 -
3.1.1 Settings .....	- 24 -
3.1.2 Fast Message .....	- 25 -
3.1.3 Slow Message.....	- 26 -
4 Verifikace a testování navrženého řešení .....	- 27 -

4.1	Testování .....	- 27 -
4.2	Verifikace .....	- 27 -
4.2.1	Nastavení sériového portu .....	- 27 -
4.2.2	Nastavení délky grafu .....	- 27 -
4.2.3	Nastavení exportu do souborů .....	- 27 -
4.2.4	Nastavení parametrů senzoru .....	- 27 -
4.2.5	Čtení dat .....	- 28 -
5	Zhodnocení dosažených výsledků .....	- 30 -
	Závěr .....	- 31 -
	Použitá literatura .....	- 32 -
	Přílohy .....	- 33 -

## Úvod

Moderní automobily jsou vybaveny velkým množstvím snímačů, např. teploty, průtoku, tlaku, polohy apod. Pro přenos dat z těchto snímačů do řídicí jednotky automobilu (ECU) se používají různé typy sběrnic a protokolů. Mezi nejznámější patří CAN a LIN, které jsou obousměrné a na jedné sběrnici může být připojeno více zařízení, ať už snímačů anebo aktuátorů. Naproti tomu SENT, kterým se v této práci budu zabývat je pouze jednosměrný, tzn., že data jsou odesílána pouze snímačem a ECU je přijímá a zpracovává.

Snímač, pro který je tato aplikace určená, je snímač hladiny 32,5% vodného roztoku močoviny, který se prodává pod obchodním názvem AdBlue a odpovídá normě ISO 22241-1 [1]. Tento roztok se používá pro snižování emisí oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ) ve výfukových plynech dieselových motorů, proto je také označován jako Diesel Exhaust Fluid (DEF).

AdBlue se vstřikuje do výfukového potrubí, kde pak dochází k selektivní katalytické redukci (SCR) oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ) na dusík  $\text{N}_2$  a vodu  $\text{H}_2\text{O}$ . Jako vedlejší produkt vzniká oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ . Bez použití AdBlue by automobily s dieselovým motorem nebyly schopny splňovat evropskou emisní normu EURO-6, která vstoupila v platnost pro nově prodávané osobní automobily v září 2014, a v září 2015 bude platit i pro nově prodávaná užitková vozidla.

Při vývoji snímačů a při jejich výrobě je nutné mít možnost ověřit jejich funkčnost, k čemuž slouží různé aplikace. V této práci bude popsán návrh takovéto aplikace v prostředí LabVIEW.

LabVIEW již od roku 1986 vyvíjí firma National Instruments. Pomocí tohoto prostředí mohou technici i bez předchozí znalosti programování vytvářet testovací měřicí a řídicí aplikace.

Prostředí LabVIEW umožňuje vytvoření aplikace, bez ohledu na rozsah a složitost řešení. Pro návrh aplikace se nepoužívá klasický textový kód, ale program je vytvářen vizuálně pomocí spojování programových bloků. Díky tomu je možné jednotlivé části aplikace je možné řešit jako samostatné části a pak je slučovat do většího celku, anebo je naopak možné složitější celky kódu rozdělit na menší části pro lepší přehlednost.

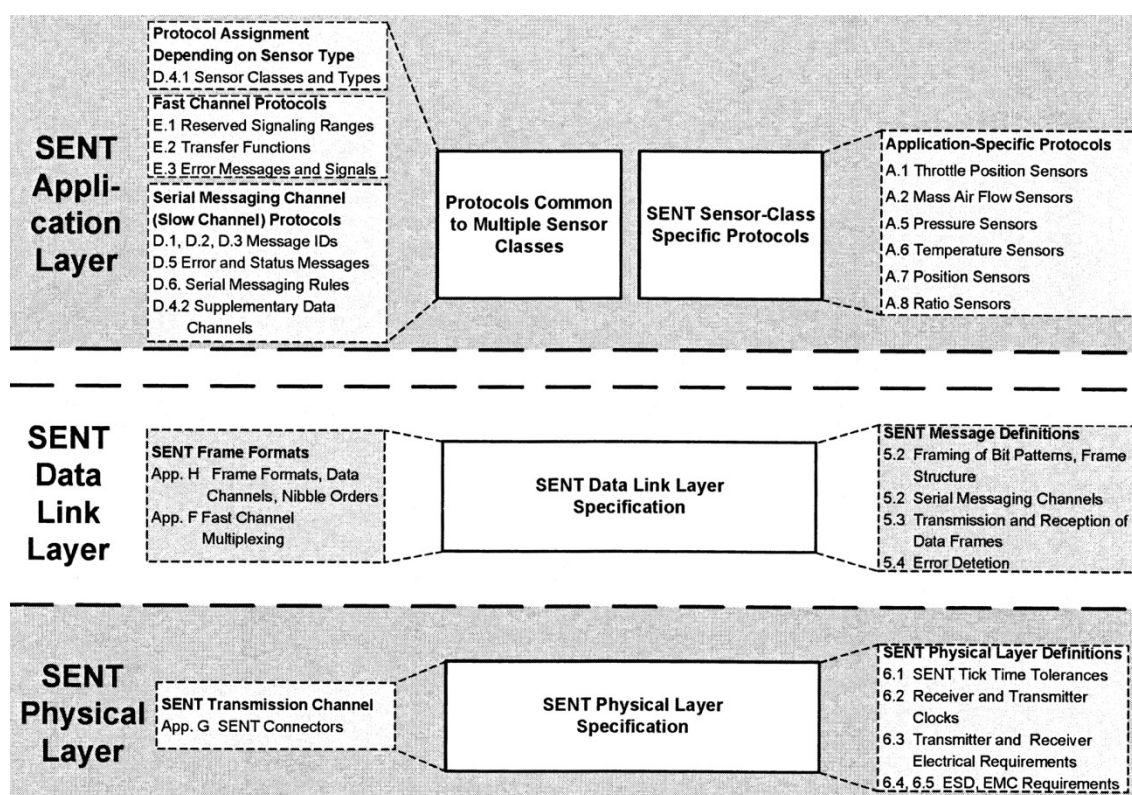
# 1 Analýza současného stavu nástrojů pro čtení a vizualizaci dat ze senzoru

## 1.1 Protokol SENT

Přenos dat ze snímače je uskutečňován pomocí protokolu SENT, který je definován standardem SAE J2716 [2]. Fyzicky je pro přenos použit jeden vodič, kterým proudí data nepřetržitě ve formě zpráv ze snímače do ECU.

### 1.1.1 Vrstvy protokolu

Na obrázku 1.1 jsou uvedeny vrstvy protokolu SENT, tak jak jsou popsány standardem SAE J2716.



Obr. 1.1: Vrstvy protokolu SENT

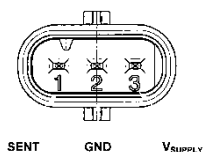
#### 1.1.1.1 Fyzická vrstva

Fyzická vrstva definuje způsob elektrického připojení snímače, tj. tvar konektoru a polohu pinů, způsob komunikace, přenosovou rychlost a elektrické vlastnosti signálu.

Konektor snímače je 3-pinový, dva piny jsou napájecí a jeden je signálový.

Přenosová rychlost je závislá na hodinovém kmitočtu, který se od nominálního kmitočtu během přenosu nesmí lišit o více než 20%. Nominální délka periody se může pohybovat mezi 3  $\mu$ s až 90  $\mu$ s. V závislosti na přenášených datech se tak může přenosová rychlost pohybovat mezi 24,7kbit/s a

64,9kbit/s při délce periody 3  $\mu$ s, a 0,8kbit/s až 2,16kbit/s při délce periody 90  $\mu$ s. V tabulce 1.1 jsou uvedeny tolerance hodinového kmitočtu.

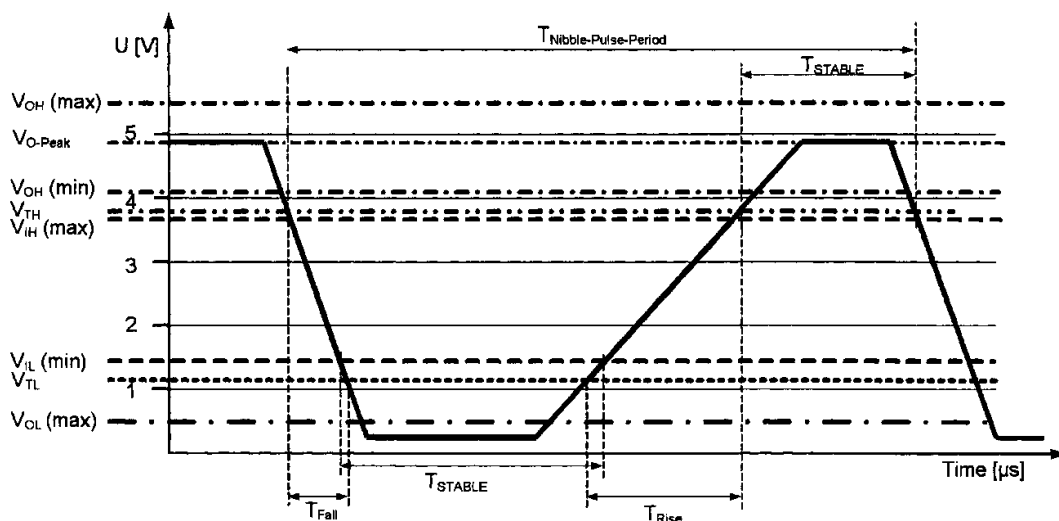


Obr. 1.2: Konektor snímače

Tabulka 1.1: Tolerance hodinového kmitočtu

Zařízení	Parametr	Tolerance
Vysílač	Perioda hodinového kmitočtu	3 $\mu$ s až 90 $\mu$ s
	Přesnost hodinového kmitočtu	$\leq \pm 20\%$ bez pauzovacího pulsu $> -20\%$ , $< +18\%$ , s pauzovacím pulsem
	Clock jitter a drift	$\leq 0,3 \mu$ s rozdíl maximální doby nibblu v porovnání s očekávaným časem odvozeným od doby kalibračního pulsu při periodě hodinového kmitočtu 3 $\mu$ s
Přijímač	Clock jitter a drift	$\leq 0,3 \mu$ s rozdíl maximální doby nibblu v porovnání s očekávaným časem odvozeným od doby kalibračního pulsu při periodě hodinového kmitočtu 3 $\mu$ s

Na SENT signál můžeme pohlížet jako na signál obdélníkového tvaru o nominálním napětí 5V, ale z důvodů rušení je nutné jej tvarovat. Na obrázku 1.3 je zobrazen průběh jednoho pulsu SENT signálu a jeho parametry pro periodu hodinového kmitočtu 3  $\mu$ s jsou v tabulce 1.2. Při delší periodě je nutné časové parametry poměrově zvětšit.



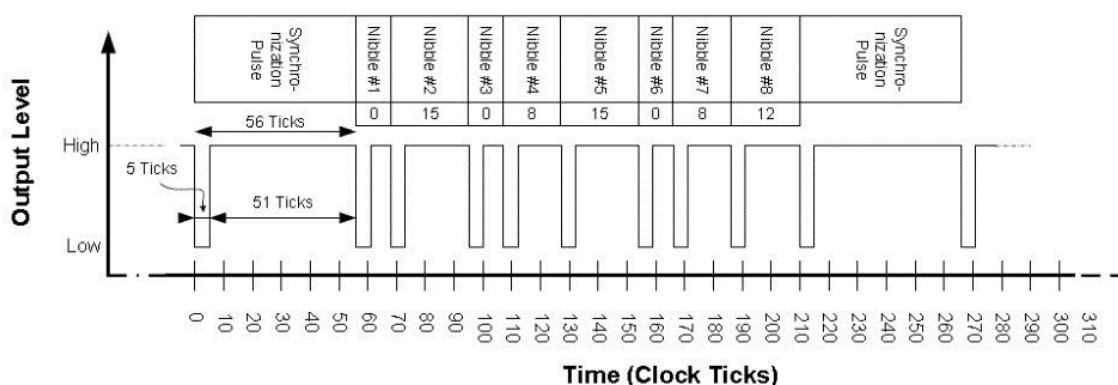
Obr. 1.3: Průběh SENT pulsu

Tabulka 1.2: Parametry SENT pulsu

Parametr	Meze		Jednotky	Poznámka
	Min	Max		
$V_{OL}$		0,5	V	Nízká úroveň
$V_{OH}$	4		V	Vysoká úroveň
$T_{FALL}$		6,5	$\mu s$	Sestupná hrana při $I_{SUP} \leq 20mA$
		5,0	$\mu s$	Sestupná hrana při $20mA < I_{SUP} \leq 50mA$
$T_{RISE}$		18	$\mu s$	Náběžná hrana
$\Delta T_{FALL}$		0,1	$\mu s$	Jitter
$T_{STABLE}$	6		$\mu s$	Ustálená úroveň (nízká nebo vysoká)

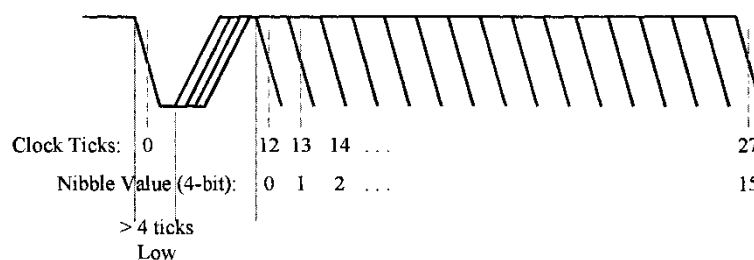
### 1.1.1.2 Datová vrstva

Na obrázku 1.4 je příklad průběhu pulsů při přenosu jedné zprávy. Zpráva obsahuje 9 případně 10 pulsů, oddělené nízkou úrovní o délce větší než 4 hodinové cykly. První puls je synchronizační a má délku 56 hodinových cyklů. Po něm následuje puls Status and Serial Communication nibble. Další pulsy obsahují podle typu snímače a aplikace až 6 nibblů, které obsahují přenášená data. Po datových nibblech je přenesen puls s kontrolním součtem CRC4. Na konci zprávy je pak volitelný pauzovací puls.



Obr. 1.4: Příklad přenosu SENT

Jednotlivé pulsy jsou ohraničeny dvěma sestupnými hranami signálu. Na obrázku 1.5 je grafická reprezentace způsobu kódování přenášené hodnoty nibblu. Délka pulsu závisí na přenášené hodnotě nibblu. Minimální délka pulsu je 12 hodinových cyklů pro nulovou hodnotu a maximální délka je 27 hodinových cyklů pro hodnotu 15.



Obr. 1.5: Způsob kódování přenášených hodnot

## 1.2 Hardware

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství



### **1.3 Software**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## **1.4 Senzor hladiny a koncentrace**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## **2 Návrh a realizace sběru dat ze senzoru pomocí LabVIEW**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **2.1 Formát dat ze snímače**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **2.1.1 Fast Channel Message**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **2.1.2 Slow Channel Message**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **2.1.2.1 CVN**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## **2.2 Vizualizace dat**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## **2.3 Export dat**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **2.3.1 XML**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

##### **2.3.1.1 Fast Data**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství



Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **2.3.1.2 *Slow Data***

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **2.3.2 CSV a TXT**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **2.3.2.1 *Fast Data***

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **2.3.2.2 *Slow Data***

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **2.4 Návrhové vzory**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **2.4.1 Master/Slave**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **2.4.2 Producent/Consument**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### 2.4.3 State Machine

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### 2.5 Navržené řešení

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **2.5.1 Parser – Buffer**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **2.5.2 Dekodér Fast Message**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **2.5.3 Dekodér Slow Message**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství



## **3 Vizualizace a ukládání naměřených dat pomocí LabVIEW**

### **3.1 GUI**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **3.1.1 Settings**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **3.1.2 Fast Message**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **3.1.3 Slow Message**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## **4 Verifikace a testování navrženého řešení**

### **4.1 Testování**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

### **4.2 Verifikace**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **4.2.1 Nastavení sériového portu**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **4.2.2 Nastavení délky grafu**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **4.2.3 Nastavení exportu do souborů**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **4.2.4 Nastavení parametrů senzoru**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

#### **4.2.5 Čtení dat**

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Obsah této kapitoly podléhá utajení z důvodu ochrany firemního tajemství společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o. a proto je neveřejný. Plné znění této práce je uchováno na sekretariátu Katedry kybernetiky a biomedicínského inženýrství

## 5 Zhodnocení dosažených výsledků

Navržená aplikace splňuje všechny požadavky, které byly uvedeny v kapitole 2. Aplikace podává stejné výsledky jako původní aplikace, ale na rozdíl od ní jsou výsledky zobrazovány nejen numericky, ale také graficky. Některé funkcionality byly vylepšeny, jako například možnosti exportu ve formátu XML.

Během vývoje aplikace byla nad rámec požadavků na aplikaci přidána možnost nastavit délku grafů.

Do budoucna by bylo vhodné odstranit možnost exportu do CSV/TXT a sloučit všechna data exportovaná do XML do jednoho souboru namísto dvou souborů.

## **Závěr**

Tato práce měla za cíl popsat návrh aplikace pro čtení a vizualizaci dat ze snímače hladiny a koncentrace v LabVIEW. V práci byl popsán princip snímače hladiny, způsob připojení k PC. Podrobně byl popsán protokol SENT, pomocí kterého snímač komunikuje.

Dále byla popsána již existující aplikace pro čtení dat ze snímače a byly zvoleny požadavky, které by aplikace měla splňovat v porovnání s již existující aplikací.

V práci byl uveden popis obou typů zpráv, které vysílá snímač a uveden způsob, jakým budou dekodovaná data z těchto zpráv ukládána.

Při návrhu byly s úspěchem použity dva návrhové vzory pro řízení běhu aplikace, a to Producent/Consumer a State Machine a vysvětleny hlavní části programového kódu a popsán GUI.

V části testování a verifikace bylo popsáno ovládání aplikace z uživatelského hlediska.

Nakonec byly shrnuty dosažené výsledky.



## Použitá literatura

- [1] ISO 22241-1. *Diesel engines -- NOx reduction agent AUS 32 -- Part 1: Quality requirements*, International Organization for Standardization, 2006
- [2] SAE J2716. *SENT – Single Edge Nibble Transmission for Automotive Application*. SAE International, 2010
- [3] CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH. *SENT Matrix and SENT Reader*. 2008
- [4] VLACH, Jaroslav, Josef HAVLÍČEK a Martin VLACH. *Začínáme s LabVIEW*. 1. vyd. Ilustrace Viktorie Vlachová. Praha: BEN - technická literatura, 2008, 247 s. ISBN 978-80-7300-245-9
- [5] KREIDL, Marcel a Radislav Šmíd. *Technická diagnostika*. 1. vyd. Praha: BEN, 2006, 406 s. Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu . ISBN 80-730-0158-6.
- [6] MARTINEK, Radislav. *Senzory v průmyslové praxi*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-730-0114-4

## **Přílohy**

Součástí BP/DP je CD/DVD.

Adresářová struktura přiloženého CD/DVD:

\BP	bakalářská práce ve formátu PDF
\LABVIEW	zdrojové kódy aplikace